

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

 CLAIMS
 

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The vacuum housing equipped with the exhaust air system The gas introduction mechanism which introduces predetermined gas in a vacuum housing The substrate stage for arranging a substrate to the position in a vacuum housing The RF generator for stages which impresses predetermined RF power to a substrate stage It is the plasma cleaning method of the substrate stage equipped with the above. Arrange to the field for the substrate arrangement of the front faces of the aforementioned substrate stage of the arrangement field protector of the tabular which consists of a dielectric which has the front face of the size configuration which suited the size configuration of the field for the substrate arrangement of the size configuration of the front face of the substrate to process, or the front faces of a substrate stage, and this field is covered. While introducing gas with an etching operation in a vacuum housing according to the aforementioned gas introduction mechanism, predetermined RF power is impressed to a substrate stage by the RF generator for stages. Plasma is formed near the front face of a substrate stage with the impressed RF power, and it is characterized by removing the surface deposition film of a substrate stage, or the inside deposition film of a vacuum housing using an etching operation of the aforementioned gas produced by this plasma.

[Claim 2] The plasma cleaning method according to claim 1 characterized by making into the range of 0.5Torr to 5Torr(s) the pressure of gas with the etching operation by which introduction was carried out [ aforementioned ].

[Claim 3] The aforementioned vacuum processor is the plasma cleaning method according to claim 1 or 2 characterized by having the electric power supply mechanism which introduces predetermined power and forms the plasma for processing of a substrate in a vacuum housing, and carrying out by operating this electric power supply mechanism with the aforementioned RF generator for stages.

[Claim 4] The aforementioned electric power supply mechanism is the plasma cleaning method according to claim 3 characterized by it being possible to form the high-density plasma which has three or more [ at least  $10^{10}$ cm<sup>-3</sup> ] densities by the pressure of 100 or less mTorr.

[Claim 5] The arrangement field protector used for the plasma cleaning method according to claim 1, 2, 3, or 4.

[Claim 6] The arrangement field protector according to claim 6 characterized by being formed from quartz glass.

[Claim 7] The arrangement field protector according to claim 5 or 6 characterized by being a 10 or less-time weight to the weight of the substrate to process.

[Claim 8] The arrangement field protector according to claim 5 or 6 characterized by being 3 or less-time thickness to the thickness of the substrate to process.

---

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the improvement of the plasma cleaning method which removes the thin film deposited on the inside of a vacuum housing, or the front face of the member in a vacuum housing in vacuum processors, such as plasma vapor-growth equipment used for the manufacturing process of a semiconductor device.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 5 is drawing showing the outline composition of the plasma vapor-growth equipment as an example of the conventional vacuum processor. The plasma vapor-growth equipment shown in drawing 5 mainly consists of substrate stages 4 for arranging the vacuum housing 1 equipped with the exhaust air system 11, the gas introduction mechanism 2 which introduces predetermined gas in a vacuum housing 1, the electric power supply mechanism 3 for giving energy to the introduced gas and forming plasma, and the substrate 40 which performs thin film creation etc.

[0003] With the equipment of drawing 5, a substrate 40 is carried in a vacuum housing 1 through a non-illustrated gate valve, and it arranges on the substrate stage 4. After exhausting the inside of a vacuum housing 1 by the exhaust air system 11, predetermined gas is introduced according to a gas introduction mechanism. Next, according to the electric power supply mechanism 3, energy, such as RF power, is impressed to the gas in a vacuum housing 1, and plasma is formed. And a predetermined thin film is created by the front face of a substrate 40 according to the gaseous phase reaction produced by plasma. For example, if silane gas and oxygen gas are introduced according to the gas introduction mechanism 3, a decomposition reaction etc. will be produced and the thin film of an oxidization silicon will be created by plasma on the front face of a substrate 40.

[0004] In the plasma vapor-growth equipment by the aforementioned composition, if thin film creation processing is repeated and is performed, the phenomenon in which an oxidization silicon film accumulates also on the front face exposed to the plasma of the substrate stage 4 or the inside of a vacuum housing 1 will arise. If these thin films accumulate, it will separate with the internal stress of \*\*\*\*\* soon, and will become the cause of generating of an impalpable powder. If this impalpable powder adheres to the oxidization silicon thin film on a substrate 40, surface discontinuity will be produced, and the problem of making goods worth of the concerned oxidization silicon thin film fall is produced. Such a problem is produced not only with plasma vapor-growth equipment but with vacuum processors, such as a plasma etching system. That is, the material into which it \*\*\*\*\* deposited on the front face of a substrate stage, or the inside of a vacuum housing, and became a thin film, and there was a problem that the impalpable powder which it exfoliated and produced damaged the circuit on a substrate.

[0005] In order to suppress peeling of such a deposition film, before exfoliating, generally the technique of the plasma cleaning which \*\*\*\*\*s and removes a deposition film is used. By this method, introduce about [ chlorofluorocarbon 14 gas (CF<sub>4</sub>):oxygen gas =80:20 ] mixed gas in a vacuum housing 1 according to the gas introduction mechanism 2, and the plasma by chlorofluorocarbon 14 gas and oxygen gas is made to generate, it \*\*\*\*\*s and an operation of plasma removes a deposition film. That is, in plasma, Isolation CF<sub>x</sub> (2 x= 1, 3), CF<sub>x</sub> ion (2 x= 1, 3), an isolation fluorine, or fluorine ion is generated, these fluorine system active species or ion react with a deposition film, volatile matter is generated, and a deposition film is removed by this volatile matter being discharged by the exhaust air system 11.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the vacuum processor with which the above-mentioned plasma cleaning is performed, each part material is constituted as what forms plasma from the first for processing of a substrate. This point and since there is a damage of a substrate when it brings close to plasma not much, a substrate stage is installed in the position distant from the place in which plasma is formed the considerable grade. In this case, when the above-mentioned plasma cleaning is performed, the plasma density near the front face of a substrate stage cannot but become low. Consequently, in order to have removed the deposition film on the front face of a substrate stage, there was a problem that plasma cleaning had to be performed, about a long time.

[0007] Especially, in a thin film listing device like plasma vapor-growth equipment, although a thin film does not accumulate on the field (henceforth, arrangement field) covered by the substrate during processing among the front faces of a substrate stage, a thin film accumulates on the surface field (field non-arranging [ the following and ]) which is not covered like a substrate. Although various attempts which raise membrane formation speed are made in recent years, membrane formation is not only made at a speed quick on a substrate by such attempt, but a thick thin film will accumulate on the non-arranging field of a substrate stage. And since only the plasma of density low as a result was supplied to the non-arranging field of the substrate stage deposited thickly in this way, long time-ization of the above-mentioned plasma cleaning had caused the serious problem of making the operating ratio of equipment fall etc. Moreover, also in plasma cleaning of parts, such as insides other than a substrate stage (for example, a vacuum housing), an etch rate could not be made high enough but there was a problem which cannot shorten plasma cleaning time.

[0008] As the invention in this application is made in order to solve the starting technical problem, and it can complete the plasma cleaning which removes the thin film deposited on the front face of the substrate stage in a vacuum housing etc. in a short time, it aims at enabling improvement in the availability of equipment etc.

[0009] <BR> [Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, invention of this application according to claim 1 The vacuum housing equipped with the exhaust air system, and the gas introduction mechanism which introduces predetermined gas in a vacuum housing, In the vacuum processor equipped with the RF generator for stages which impresses predetermined RF power to the substrate stage and substrate stage for arranging a substrate to the position in a vacuum housing Arrange to the field for the substrate arrangement of the front faces of



the aforementioned substrate stage of the arrangement field protector of the tabular which consists of a dielectric which has the front face of the size configuration which suited the size configuration of the field for the substrate arrangement of the size configuration of the front face of the substrate to process, or the front faces of a substrate stage, and this field is covered. While introducing gas with an etching operation in a vacuum housing according to the aforementioned gas introduction mechanism, predetermined RF power is impressed to a substrate stage by the RF generator for stages. Plasma is formed near the front face of a substrate stage with the impressed RF power, and it has the composition of removing the surface deposition film of a substrate stage, or the inside deposition film of a vacuum housing using an etching operation of the aforementioned gas produced by this plasma. In order to attain the above-mentioned purpose similarly, invention according to claim 2 makes the pressure of gas with the introduced etching operation the range of 0.5Torr to 5Torr(s) in the composition of the above-mentioned claim 1. In order to attain the above-mentioned purpose similarly, in the above-mentioned claim 1 or the composition of 2, the vacuum processor is equipped with the electric power supply mechanism which introduces predetermined power and forms the plasma for processing of a substrate in a vacuum housing, and with the RF generator for stages, invention according to claim 3 operates this electric power supply mechanism, and performs it. As for invention according to claim 4, in the composition of the above-mentioned claim 3, an electric power supply mechanism can form similarly the high-density plasma which has three or more [ at least 1010cm<sup>-3</sup> ] densities by the pressure of 100 or less mTorr because of the above-mentioned purpose achievement. In order to attain the above-mentioned purpose similarly, invention according to claim 5 has the composition that it is the arrangement field protector used for the above-mentioned claims 1, 2, and 3 or the plasma cleaning method given in four. In order to attain the above-mentioned purpose similarly, invention according to claim 6 has the composition that it is the arrangement field protector currently formed from quartz glass, in the composition of the above-mentioned claim 5. In order to attain the above-mentioned purpose similarly, invention according to claim 7 has the composition that it is the arrangement field protector of a 10 or less-time weight, in the above-mentioned claim 5 or the composition of 6 to the weight of the substrate to process. In order to attain the above-mentioned purpose similarly, invention according to claim 8 has the composition that it is the arrangement field protector of 3 or less-time thickness, in the above-mentioned claim 5 or the composition of 6 to the thickness of the substrate to process.

[0010]

[Example] Hereafter, the example of the invention in this application is explained. Drawing 1 is the schematic diagram of the vacuum processor with which the plasma cleaning method of the example of the invention in this application is enforced, and the outline composition of plasma vapor-growth equipment is shown like drawing 4 as an example.

[0011] The plasma vapor-growth equipment shown in drawing 1 has the vacuum housing 1 equipped with the exhaust air system 11, the gas introduction mechanism 2 which introduces predetermined gas in a vacuum housing 1, the electric power supply mechanism 3 for giving energy to the introduced gas and forming plasma, and the substrate stage 4 for arranging the substrate which performs thin film creation like the equipment of drawing 4. Furthermore, it has RF generator 41 for stages which impresses predetermined RF power to the substrate stage 4.

[0012] first, the vacuum housing 1 was located in the membrane formation room 101 and membrane formation room 101 bottom -- the evacuation room 102 of big space is constituted for a while And the portion which constitutes the membrane formation room 101, and the portion which constitutes the evacuation room 102 are constituted possible [ separation ]. This is for the maintenance of the member in a vacuum housing 1 etc. Moreover, a non-illustrated gate valve is prepared in the container wall of the vacuum housing 1 of the portion of the membrane formation room 101, and the exhaust pipe 13 with which the exhaust air system 11 is connected is formed in the container wall of the portion of the evacuation room 102. The exhaust air system 11 mainly consists of a roughing vacuum pump 111, a main process pump 112 arranged by the preceding paragraph of a roughing vacuum pump 111, and the main valve 113 and the adjustable conductance bulb 114 arranged on the exhaust air path exhausted with these pumps 111,112.

[0013] The above-mentioned vacuum housing 1 has the bell jar 12 to the up side. Circular opening is prepared in the center and the bell jar 12 is airtightly connected to this opening at the up container wall of a vacuum housing 1. A bell jar 12 has the configuration of the shape of a semi-sphere with a diameter of about 200mm, and is formed with dielectrics, such as quartz glass. A vacuum housing 1 has circular opening in the center of a upside wall, and the bell jar 12 is arranged by connecting with this opening airtightly.

[0014] In the example shown in drawing 6, the gas introduction mechanism 2 consists of two gas feed systems 21 and 22, and can introduce now two sorts of different gas simultaneously. Each gas feed systems 21 and 22 mainly consist of piping 211,221 connected to the non-illustrated chemical cylinder, and a gas transductant 212,222 connected to the termination of piping 211,221.

[0015] Drawing 2 is drawing explaining the composition of the above-mentioned gas transductant 212,222. As shown in drawing 2, the gas transductant 212,222 consists of pipes of a cross-section round shape in a circle. This gas transductant 212,222 is supported by the bearing bar 23 prepared in the vacuum housing 1, and is horizontally arranged in the form where the inside of a vacuum housing 1 is met. In addition, a vacuum housing 1 has the case of a cylindrical shape, and also has the case of an rectangular pipe form. Moreover, the duct 24 is formed in the state of penetrating the wall of a vacuum housing 1 airtightly, and the end of this duct 24 is connected to the gas transductant 212,222. The other end of the gas transductant 212,222 is connected to the piping 211,221 of drawing 1. And the gas transductant 212,222 has the gas diffuser 25 in the medial surface, as shown in drawing 2. This gas diffuser 25 is opening with a diameter of about 0.5mm, sets the interval of about 10mm and is prepared on the periphery.

[0016] On the other hand, it returns to drawing 1 and the electric power supply mechanism 3 mainly consists of a high frequency coil 31 arranged by surrounding the circumference of a bell jar 12, and RF generator 33 which supplies RF power to this high frequency coil 31 through the adjustment machine 32. What generates 13.56MHz RF power is adopted as RF generator 33, and this RF power is supplied in a bell jar 12 from a high frequency coil 31.

[0017] Moreover, the substrate stage 4 is established in the lower part position of the bell jar 12 in a vacuum housing 1. This substrate stage 4 arranges the substrate 40 which processes on a front face, and mainly consists of a stage main part 401 which consists of a metal, and dielectric block 402 for adsorption arranged in the upper surface of this stage main part 401. The mechanism in which the substrate stage 4 adsorbs a substrate 40 on a front face by electrostatic adsorption is adopted, and the adsorption electrode 403 is embedded in the dielectric block 402 for adsorption. And the power supply 405 for adsorption which gives predetermined potential to the adsorption electrode 403 is formed, by this, the front face of a dielectric block is made to produce static electricity, and a substrate is adsorbed.

[0018] Moreover, as the side of the substrate stage 4 is worn, the shield board 405 is formed, and the insulating block 406 is arranged between the shield board 405 and the substrate stage 4. This shield board 405 is for preventing that plasma turns to the side of the substrate stage 4, and a high frequency discharge is formed, and is formed and grounded from the predetermined metal. The substrate stage 4 is equipped with RF generator 41 for stages which impresses predetermined RF power as above-mentioned. This RF generator 41 for stages operates so that predetermined substrate bias voltage may be impressed to a substrate 40 according to the interaction of plasma and a RF at the time of processing, and in the case of plasma cleaning, it operates so that it may mention later and plasma may be formed near the front face of the substrate stage 4.



[0019] The plasma vapor-growth equipment concerning the above-mentioned composition carries in a substrate 40 in a vacuum housing 1 through the gate valve which is not illustrated [ which was prepared in the vacuum housing 1 ] first, and arranges it on the substrate stage 4. A gate valve is closed, the exhaust air system 11 is operated, and the inside of a vacuum housing 1 is exhausted to about 5 mTorr. Next, the gas introduction mechanism 2 is operated and predetermined gas is introduced in a vacuum housing 1 by the predetermined flow rate. Under the present circumstances, as gas is supplied to the gas transducing 212,222 via a duct 24 from piping 211,221 and blows off from the gas diffuser 25 of the gas transducing 212,222 inside, it is introduced in a vacuum housing 1. The introduced gas diffuses the inside of a vacuum housing 1, and reaches in a bell jar 12.

[0020] The electric power supply mechanism 3 is operated in this state, and about [ 13.56MHz2000W ] RF power is impressed to a high frequency coil 31 through the adjustment machine 32 from RF generator 33. Simultaneously, RF generator 41 for stages also operates and predetermined bias voltage is impressed to a substrate 40, respectively. This bias voltage is bias voltage produced according to the interaction of the RF and plasma which RF generator 41 for stages gives. The RF power which the electric power supply mechanism 3 supplied is introduced in a bell jar 12 through a high frequency coil 31, gives energy to the gas which exists in a bell jar 12, and generates plasma. The generated plasma is diffused towards the downward substrate 40 from a bell jar 12. In plasma, a predetermined product arises, and when this product reaches a substrate 40, a predetermined thin film is created. Under the present circumstances, the ion in plasma is accelerated by the bias voltage produced by RF generator 41 for stages, it collides with a substrate 4, and membrane formation is effectively performed by the energy of this collision.

[0021] For example, when creating an oxidization silicon thin film, mono-silane gas is introduced by the first gas feed system 21, and oxygen gas is introduced by the second gas feed system 22. A mono silane decomposes by the plasma of a mono silane/oxygen, and an oxidization silicon thin film is created by reacting with oxygen. In addition, the pressure of a membrane formation room can generate now three or more [ 1010cm - ] high-density plasma in the field of 100 or less mTorr, and it has come to be able to carry out the thin film creation of it at a high membrane formation speed by this high-density plasma with the equipment of drawing 1.

[0022] Now, if the above-mentioned thin film creation processing is repeated, a thin film will accumulate on the inside of a vacuum housing 1, the non-arranging field of the substrate stage 4, etc. If it repeats the number of grades fairly, it will judge that removal of a thin film is required, and the following plasma cleanings will be performed. That is, the substrate which processing ended is taken out, a non-illustrated gate valve is shut, and once carrying out 11 \*\*\*\*s of exhaust air systems and exhausting the inside of a vacuum housing 1, the arrangement field protector 400 is carried in in a vacuum housing through a gate valve. This arrangement field protector 400 is arranged on the substrate stage 4 like a substrate 40. That is, as the arrangement field covered by arranging a substrate 40 is covered like a substrate 40, the arrangement field protector 400 is arranged.

[0023] Next, the exhaust air system 11 is operated again and the inside of a vacuum housing 1 is exhausted to about 0.1 Torr. Next, the gas introduction mechanism 2 is operated, Freon 14 gas is introduced into 400SCCM(s), and oxygen gas is introduced in a vacuum housing 1 by the flow rate of 100SCCM(s). It is made to connect with the piping 221 of the mono-silane gas used for thin film creation, or the piping 211 of the oxygen gas as gas for plasma formation as composition which introduces Freon 14 gas, the piping 26 of chlorofluorocarbon 14 gas is formed, and the composition changed and introduced by opening and closing of each bulb can be adopted.

[0024] And the adjustable conductance bulb 114 prepared in the exhaust air system is controlled, the pressure in a vacuum housing 1 is kept at about 2 Torr, and the electric power supply mechanism 3 and RF generator 41 for stages are operated in this state. Although plasma is formed in a vacuum housing 1 of this, that plasma is formed also near the front face of the substrate stage 4 auxiliary of RF generator 41 for stages differs from the time of processing of the above-mentioned substrate 40. That is, the RF power which RF generator 41 for stages impressed is introduced into the space near the front face of the substrate stage 4 through the dielectric block 402 for adsorption of the substrate stage 4, and the arrangement field protector 400, and plasma-izes the gas which exists in the space concerned. On the other hand, the electric power supply mechanism 3 forms high-density plasma like the time of processing of a substrate 4 in the position distant from the substrate stage 4 the considerable grade.

[0025] Since plasma is formed in such two places, plasma is formed efficiently in the latus space in a vacuum housing 1. Consequently, it \*\*\*\*\*s efficiently and the deposition film of the non-arranging field of the inside of a vacuum housing 1 or the substrate stage 4 can shorten the time which plasma cleaning takes. The RF power which RF generator 41 for stages gives for example, by about 13.56Hz1000W The power flux density which broke this power by area of the front face of the arrangement field protector 400 is 0.5 W/cm<sup>2</sup>. While considering as the conditions which are a grade When RF power which the electric power supply mechanism 3 gives was made into about 13.56MHz100W and gas was introduced on the above-mentioned conditions, the plasma cleaning required about 60 minutes conventionally was completed in about 10 minutes.

[0026] Next, the arrangement field protector 400 used for the plasma cleaning method of this example is explained. As above-mentioned, the arrangement field protector 400 is replaced with a substrate 40 in the case of plasma cleaning, and is arranged on the substrate stage 4. However, since the quality of the material is limited to a dielectric, it is not appropriate to call it a "dummy substrate."

[0027] It is for telling the RF which RF generator 41 for stages gives efficiently to the space near the front face of the substrate stage 4 that the quality of the material of the arrangement field protector 400 is limited to a dielectric, although it is in the above-mentioned explanation to Ming. Since the dielectric block 402 for adsorption is formed in the upper surface of the stage main part 401 of the substrate stage 4 here as above-mentioned, even when not arranging the arrangement field protector 400, the member of the front face of the substrate stage 4 is a dielectric. Therefore, introduction of the RF to the space near the front face of the substrate stage 4 is possible.

[0028] However, when the above-mentioned plasma cleaning is performed without having arranged the arrangement field protector 400, the front face of the dielectric block 402 for adsorption \*\*\*\*\*s violently. It is because it will \*\*\*\*\* in the front face of the field covered by the substrate 40 among the front faces of the substrate stage 4 in the case of processing of the arrangement field 40, i.e., a substrate, violently by being directly exposed to the gas of etching nature in the case of the above-mentioned plasma cleaning since a thin film does not accumulate during processing of a substrate 40. When the front face of such dielectric block 402 for adsorption \*\*\*\*\*s, and etching does not advance uniformly, there is a problem to which irregularity is made on a front face, consequently an electrostatic absorption becomes uneven. Moreover, when severe, by all the portions of the adsorption electrode 403 top \*\*\*\*\*ing, the adsorption electrode 403 may be exposed and electrostatic adsorption may become impossible.

[0029] In addition, in the non-arranging field of the front faces of the substrate stage 4, since the thin film has accumulated during processing and under plasma cleaning \*\*\*\*\*s this thin film, the front face of the lower substrate stage 4 does not \*\*\*\*\* . Moreover, although this portion may \*\*\*\*\* when cleaning operation after removing a thin film completely continues, since it is not the portion which arranges a substrate 40 from the first though an arrangement field does not \*\*\*\*\* more mostly and it \*\*\*\*\*s, the problem that electrostatic adsorption of a substrate 40 becomes difficult is not generated.

[0030] this example -- this -- it obtains, and in consideration of the Yona soil point, the arrangement field protector 400 is replaced with a substrate 40, it arranges on the substrate stage 4, and protection of the arrangement field of the substrate stage 4 is aimed at As for the portion which covers completely only the portion which a thin film does not deposit at the time of processing, and a thin film deposits, it is [ this arrangement field





protector 400 ] desirable that it is the configuration which is not covered. That is, it is because it remains without etching of the above-mentioned substrate stage 4 arising in the portion if there is a portion which is not covered into a part of portion which a thin film does not deposit, intercepting the gas of etching nature to the thin film of the portion if there is a portion which is not covered in part about the portion which the thin film deposited, and removing the thin film of the portion.

[0031] In this example, in consideration of such a point, the arrangement field protector 400 should be formed by the member of the tabular which consists of a dielectric, and it should conform to the size configuration of the front face of a substrate 40 of processing the size configuration of the front face, or the size configuration of the arrangement field of the front faces of the substrate stage 4. In addition, although the size configuration of an arrangement field is the same as the size configuration of the front face of a substrate 40 in many cases, in the space for delivery of a substrate 40 existing etc., both may differ. Moreover, it will \*\*\*\*\* in the midst of plasma cleaning the arrangement field protector 400 above itself as the above-mentioned explanation shows. Therefore, it is desirable that it is the quality of the material which emits the material used as a foreign matter in the case of processing of a substrate 40, and when a substrate 40 consists of a silicon system semiconductor, the above-mentioned quartz glass is used suitably.

[0032] Moreover, as for the arrangement field protector 400, it is desirable from equipment or the point of simplification of operation to constitute so that carrying-in taking out may be carried out by the same conveyance mechanism that a substrate 40 is conveyed into a vacuum housing 1. In this case, a heavy thing more remarkable than the weight of a substrate 40 exceeds the tolerance of a conveyance mechanism in many cases. As for the weight of this point to the arrangement field protector 400, it is desirable that they are 10 or less times of the weight of a substrate 40. If thin [ almost / thick ], it becomes impossible furthermore, to pass opening, although it is desirable to pass openings, such as a gate valve, as well as a substrate 40, and to be conveyed in case the arrangement field protector 400 is introduced. In this case, after returning the inside of a vacuum housing 1 to atmospheric pressure, a vacuum housing 1 will be divided, and troublesome operation of arranging on the substrate stage 4 on it will be needed. As for the thickness of this point to the arrangement field protector 400, it is desirable that they are 3 or less times of the thickness of a substrate 40. In addition, if an example of the size configuration of the arrangement field protector 400 which consists of quartz glass mentioned above is given, an equal will be used [ thickness ] for the size configuration of a 6 inch wafer for a surface size configuration by about 1.5mm, for example.

[0033] Next, the pressure at the time of enforcing the plasma cleaning method of the above-mentioned example is explained. Drawing 3 is drawing showing the result of the experiment investigated about the pressure at the time of enforcing the plasma cleaning method of this example, and is the graph which showed the relation between the pressure in a vacuum housing 1, and the etch rate of the oxidization silicon film in vacuum housing 1 inside. The vertical axis of drawing 3 shows the etch rate, and the horizontal axis shows the pressure of the membrane formation room 13 interior.

[0034] It is the RF power which impresses the RF power which sets chlorofluorocarbon 14 quantity of gas flow to 400SCCM(s), sets an oxygen gas flow rate to 100SCCM(s), and is supplied to a plasma production room as conditions for the experiment of drawing 3 to 2000W and a substrate 40 0.5 W/cm<sup>2</sup> It carried out. In addition, while adjusting the opening of the adjustable conductance bulb 114, the pressure in a vacuum housing 1 was changed from 0.1Torr(s) to 5Torr(s) by adjusting and carrying out evacuation of the rotational frequency of the turbo molecular pump which is a main process pump 112.

[0035] There is an inclination which the pressure in a vacuum housing 1 increases from the neighborhood exceeding 0.5Torr although an etch rate is about 50nm/minute in the field of 0.1 to 0.5Torr(s), 400nm maximum for /is taken near about 2 Torr, and there is an inclination which decreases a little in the field where a pressure is still higher as shown in drawing 3 . Moreover, in the field exceeding 5Torr(s), it became unstable plasma discharging a pressure, and when it became impossible to have generated plasma, it was. The pressure field in which the etch rate was high and suitable for plasma cleaning from the above result is judged to be 0.5 to 5Torr(s).

[0036] It is also possible to select the equipment which forms helicon wave plasma as equipment with which the above-mentioned plasma cleaning method is enforced. Drawing 4 shows the outline of this kind of equipment. If a strong magnetic field is added, helicon wave plasma uses spreading the inside of plasma, without the electromagnetic wave of low frequency declining from a plasma frequency, and attracts attention as technology which can generate high-density plasma by low voltage recently. When the propagation direction of the electromagnetic wave in plasma and the direction of a magnetic field are parallel, an electromagnetic wave serves as the circular polarization of light of a certain fixed direction, and advances spirally. It is called helicon wave plasma from this.

[0037] With the equipment of drawing 4 which forms helicon wave plasma, it replaces with the high frequency coil 21 of drawing 1 or drawing 4 , and the loop-like antenna 24 is arranged. An antenna 24 bends the member of the shape of the one shape of the round bar, and a strip, and makes it the configuration of the shape of a loop of two steps of upper and lower sides. Moreover, the magnetic field formation mechanism 25 is installed in the circumference of a bell jar 12. The magnetic field formation mechanism 25 is a double coil which consists of inside coil 25a and outside coil 25b, and each coils 25a and 25b are arranged in the position on a bell jar 12 and the same axle. As for inside coil 25a and outside coil 25b, the direction of a volume and the energization direction of a coil are adjusted so that the magnetic field of a retrose may be formed mutually. It has the advantage of being easy to make a desired magnetic field from making the magnetic field formation mechanism 25 into the structure of a double coil. The magnetic field formation mechanism 25 can also consist of single coils. In addition, since the magnetic field which the magnetic field formation mechanism 25 generates conveys efficiently the plasma generated in the bell jar 12 interior to the membrane formation room 101 interior, it can promote the densification of the plasma in the membrane formation room 101. Consequently, there is an effect of making the efficiency of the above-mentioned plasma cleaning to the inside of a vacuum housing 1 or the front face of the substrate stage 4 increase further.

[0038] The plasma cleaning method of the invention in this application is effective also to the vacuum processor of others, such as equipment which carries out dry etching of the substrate not only using the above-mentioned plasma vapor-growth equipment but using plasma. Moreover, although the example using gas and chlorofluorocarbon 14 gas (CF<sub>4</sub>) with an etching operation has been explained, it is in Ming that an effect is the same also about the gas which used chlorofluorocarbon 116 gas (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) and 6 fluoridation sulfur gas (SF<sub>6</sub>), or mixed argon gas to oxygen gas. In addition, if argon gas is used, the argon ion generated in plasma can perform plasma cleaning, performing an efficient spatter, since the sputtering yield is high. Furthermore, as a material which forms the arrangement field protector 400, an aluminum oxide, sapphire, etc. are mentioned in addition to an oxidization silicon, quartz glass, etc.

[0039]

[Effect of the Invention] As explained above, according to invention of this application according to claim 1 or 5, the plasma cleaning which removes the thin film deposited on the front face of the substrate stage in a vacuum housing etc. can be completed in a short time, and can contribute to improvement in the availability of equipment etc. Moreover, according to invention according to claim 2, since cleaning is performed in the higher pressure field of an etch rate in addition to the effect of the above-mentioned claim 1, plasma cleaning can be completed further in a short time. Moreover, according to invention according to claim 3, since plasma can be used for processing of a substrate in addition to the above-mentioned claim 1 or the effect of 2, plasma vapor-growth processing and dry etching processing are attained. Simultaneously, since the electric



power supply mechanism for substrate processing operates in the case of plasma cleaning, still higher-density plasma is formed and plasma cleaning can be made to complete for a short time further. moreover, since it is possible to form the high-density plasma to which an electric power supply mechanism has three or more [ at least 1010cm<sup>-3</sup>] densities by the pressure of 100 or less mTorr in addition to the effect of the above-mentioned claim 3 according to invention according to claim 4, plasma cleaning can be made to short-time-ize further Moreover, according to invention according to claim 6, in addition to the effect of the above-mentioned claim 5, it becomes suitable composition when a substrate consists of a silicon system semiconductor. Furthermore, since according to a claim 7 or invention of 8 in addition to the above-mentioned claim 5 or the effect of 6 it is the mechanism of carrying-in taking out of a substrate, and a thing with existing operation and can constitute, it has the effect of excelling in cost.

---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-330243

(43) 公開日 平成8年(1996)12月13日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/205			H 0 1 L 21/205	
C 2 3 C 16/50			C 2 3 C 16/50	
C 2 3 F 4/00			C 2 3 F 4/00	A
H 0 1 L 21/3065			H 0 1 L 21/302	N

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-156977

(22) 出願日 平成7年(1995)5月30日

(71) 出願人 000227294

アネルバ株式会社  
東京都府中市四谷5丁目8番1号

(72) 発明者 田村 好宏

東京都府中市四谷5丁目8番1号日電アネ  
ルバ株式会社内

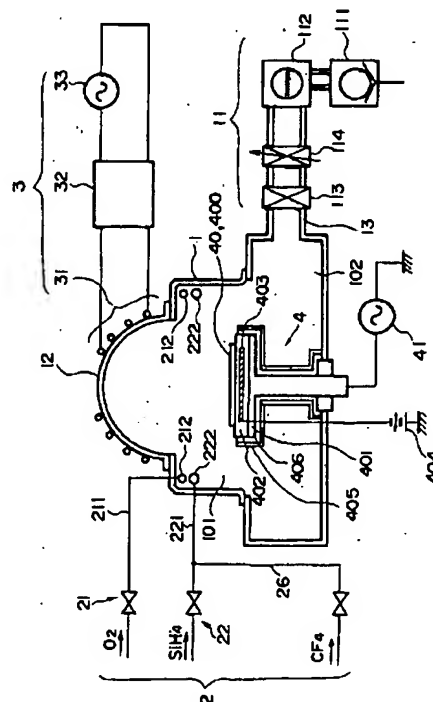
(74) 代理人 弁理士 保立 浩一

(54) 【発明の名称】 プラズマクリーニング方法及びこの方法に使用される配置領域保護体

(57) 【要約】

【目的】 真空容器内の基板ステージの表面などに堆積した薄膜を除去するプラズマクリーニングを短時間に完了できるようにする。

【構成】 基板40の表面の寸法形状又は基板ステージ4の表面のうちの基板配置のための領域の寸法形状に適合した寸法形状の表面を有する誘電体からなる板状の配置領域保護体400を基板40に代えて配置し、エッチング作用のあるガスをガス導入機構2によって真空容器1内に導入するとともにステージ用高周波電源41によって所定の高周波電力を基板ステージ4に印加し、印加された高周波電力によって基板ステージ4の表面の近傍にプラズマを形成し、このプラズマによって基板ステージ4の表面堆積膜を除去する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 排気系を備えた真空容器と、真空容器内に所定のガスを導入するガス導入機構と、真空容器内の所定の位置に基板を配置するための基板ステージと、基板ステージに所定の高周波電力を印加するステージ用高周波電源とを備えた真空処理装置において、処理する基板の表面の寸法形状又は基板ステージの表面のうちの基板配置のための領域の寸法形状に適合した寸法形状の表面を有する誘電体からなる板状の配置領域保護体を前記基板ステージの表面のうちの基板配置のための領域に配置してこの領域を覆い、エッチング作用のあるガスを前記ガス導入機構によって真空容器内に導入するとともにステージ用高周波電源によって所定の高周波電力を基板ステージに印加し、印加された高周波電力によって基板ステージの表面の近傍にプラズマを形成し、このプラズマによって生じる前記ガスのエッチング作用を利用して基板ステージの表面堆積膜又は真空容器の内面堆積膜を除去することを特徴とする基板ステージのプラズマクリーニング方法。

【請求項2】 前記導入されたエッチング作用のあるガスの圧力を、0.5 Torrから5 Torrの範囲とすることを特徴とする請求項1記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項3】 前記真空処理装置は、真空容器内に所定の電力を導入して基板の処理のためのプラズマを形成する電力供給機構を備えており、前記ステージ用高周波電源とともにこの電力供給機構を動作させて行うことを特徴とする請求項1又は2記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項4】 前記電力供給機構は、100mTorr以下の圧力にて少なくとも $10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 以上の密度を有する高密度プラズマを形成することが可能なものであることを特徴とする請求項3記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項5】 請求項1、2、3又は4記載のプラズマクリーニング方法に使用される配置領域保護体。

【請求項6】 石英ガラスから形成されていることを特徴とする請求項6記載の配置領域保護体。

【請求項7】 処理する基板の重量に対して10倍以下の重量であることを特徴とする請求項5又は6記載の配置領域保護体。

【請求項8】 処理する基板の厚さに対して3倍以下の厚さであることを特徴とする請求項5又は6記載の配置領域保護体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本願の発明は、例えば、半導体装置の製造工程に使用されるプラズマ気相成長装置等の真空処理装置において、真空容器の内面や真空容器内の部材の表面に堆積した薄膜を除去するプラズマクリーニン

2

グ方法の改善に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図5は、従来の真空処理装置の一例としてのプラズマ気相成長装置の概略構成を示す図である。図5に示すプラズマ気相成長装置は、排気系11を備えた真空容器1と、真空容器1内に所定のガスを導入するガス導入機構2と、導入されたガスにエネルギーを与えてプラズマを形成するための電力供給機構3と、薄膜作成を行う基板40を配置するための基板ステージ4などから主に構成されている。

【0003】 図5の装置では、不図示のゲートバルブを通して基板40を真空容器1内に搬入して基板ステージ4上に配置する。排気系11によって真空容器1内を排気した後、ガス導入機構2によって所定のガスを導入する。次に、電力供給機構3によって高周波電力等のエネルギーを真空容器1内のガスに印加し、プラズマを形成する。そして、プラズマによって生ずる気相反応により基板40の表面に所定の薄膜が作成される。例えば、ガス導入機構3によってシランガスと酸素ガスを導入すれば、プラズマによって分解反応等を生じ、酸化珪素の薄膜が基板40の表面に作成される。

【0004】 前記構成によるプラズマ気相成長装置において、薄膜作成処理を繰り返して行くと、基板ステージ4のプラズマに露出した表面や真空容器1の内面にも酸化珪素膜が堆積するという現象が生じる。これらの薄膜が堆積すると、やがては薄膜の内部応力により剥がれ、微粉末の発生原因となる。この微粉末が基板40上の酸化珪素薄膜に付着すると表面欠陥を生じさせ、当該酸化珪素薄膜の商品価値を低下せしめるという問題を生じる。このような問題は、プラズマ気相成長装置に限らず、プラズマエッチング装置等の真空処理装置でも生じている。即ち、エッチングされた材料が基板ステージの表面や真空容器の内面に堆積して薄膜となり、それが剥離して生じた微粉末が基板上の回路を損傷させるという問題があった。

【0005】 このような堆積膜の剥がれを抑制するために、剥離する前に堆積膜をエッチングして除去してしまうプラズマクリーニングの手法が一般的に用いられている。この方法では、フロン14ガス(CF<sub>4</sub>)：酸素ガス=80：20程度の混合ガスをガス導入機構2によって真空容器1内に導入し、フロン14ガスおよび酸素ガスによるプラズマを生成させ、プラズマの作用により堆積膜をエッチングして除去する。即ち、プラズマ中では遊離CF<sub>x</sub> (x=1, 2, 3)、CF<sub>x</sub>イオン (x=1, 2, 3)、遊離弗素又は弗素イオンが生成され、これらの弗素系活性種又はイオンが堆積膜と反応して揮発物を生成し、この揮発物が排気系11によって排出されることで堆積膜が除去される。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記プラズマクリーニ

ングが行われる真空処理装置において、プラズマは元々基板の処理のために形成するものとして各部件が構成されている。この点、あまりプラズマに近づけると基板のダメージがあるため、基板ステージは、プラズマが形成される場所から相当程度離れた位置に設置される。この場合、上記プラズマクリーニングを行った際、基板ステージの表面付近のプラズマ密度は低くならざるを得ない。この結果、基板ステージの表面に堆積膜を除去するには、長時間をプラズマクリーニングを行わなければならないという問題があった。

【0007】特に、プラズマ気相成長装置のような薄膜作成装置では、基板ステージの表面のうち、処理中に基板によって覆われている領域（以下、配置領域）には薄膜は堆積しないが、覆われていない表面領域（以下、非配置領域）には基板と同様に薄膜が堆積する。近年、成膜速度を向上させる色々な試みがなされているが、このような試みによって基板上に速い速度で成膜がなされるのみならず、基板ステージの非配置領域に厚い薄膜が堆積することになる。そして、このように厚く堆積した基板ステージの非配置領域に対して、結果的に低い密度のプラズマしか供給されないため、上記プラズマクリーニングの長時間化は装置の稼働率を低下せしめる等の深刻な問題を招いていた。また、基板ステージ以外の例えば真空容器の内面などの箇所のプラズマクリーニングにおいても、エッチング速度を十分に高くできず、プラズマクリーニング時間を短縮できない問題があった。

【0008】本願発明は、係る課題を解決するためになされたものであり、真空容器内の基板ステージの表面などに堆積した薄膜を除去するプラズマクリーニングを短時間に完了できるようにして、装置の稼働率の向上等を可能にすることを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本願の請求項1記載の発明は、排気系を備えた真空容器と、真空容器内に所定のガスを導入するガス導入機構と、真空容器内の所定の位置に基板を配置するための基板ステージと、基板ステージに所定の高周波電力を印加するステージ用高周波電源とを備えた真空処理装置において、処理する基板の表面の寸法形状又は基板ステージの表面のうちの基板配置のための領域の寸法形状に適合した寸法形状の表面を有する誘電体からなる板状の配置領域保護体を前記基板ステージの表面のうちの基板配置のための領域に配置してこの領域を覆い、エッチング作用のあるガスを前記ガス導入機構によって真空容器内に導入するとともにステージ用高周波電源によって所定の高周波電力を基板ステージに印加し、印加された高周波電力によって基板ステージの表面の近傍にプラズマを形成し、このプラズマによって生じる前記ガスのエッチング作用を利用して基板ステージの表面堆積膜又は真空容器の内面堆積膜を除去するという構成を有する。同様

に上記目的を達成するため、請求項2記載の発明は、上記請求項1の構成において、導入されたエッチング作用のあるガスの圧力を、0.5 Torrから5 Torrの範囲とする。同様に上記目的を達成するため、請求項3記載の発明は、上記請求項1又は2の構成において、真空処理装置は、真空容器内に所定の電力を導入して基板の処理のためのプラズマを形成する電力供給機構を備えており、ステージ用高周波電源とともにこの電力供給機構を動作させて行う。同様に上記目的達成のため、請求項4記載の発明は、上記請求項3の構成において、電力供給機構は、100 mTorr以下の圧力に少なくとも $10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 以上の密度を有する高密度プラズマを形成することが可能なものである。同様に上記目的を達成するため、請求項5記載の発明は、上記請求項1, 2, 3又は4記載のプラズマクリーニング方法に使用される配置領域保護体であるという構成を有する。同様に上記目的を達成するため、請求項6記載の発明は、上記請求項5の構成において、石英ガラスから形成されている配置領域保護体であるという構成を有する。同様に上記目的を達成するため、請求項7記載の発明は、上記請求項5又は6の構成において、処理する基板の重量に対して10倍以下の重量の配置領域保護体であるという構成を有する。同様に上記目的を達成するため、請求項8記載の発明は、上記請求項5又は6の構成において、処理する基板の厚さに対して3倍以下の厚さの配置領域保護体であるという構成を有する。

【0010】

【実施例】以下、本願発明の実施例を説明する。図1は、本願発明の実施例のプラズマクリーニング方法が実施される真空処理装置の概略図であり、一例として図4と同様にプラズマ気相成長装置の概略構成が示されている。

【0011】図1に示すプラズマ気相成長装置は、図4の装置と同様、排気系11を備えた真空容器1と、真空容器1内に所定のガスを導入するガス導入機構2と、導入されたガスにエネルギーを与えてプラズマを形成するための電力供給機構3と、薄膜作成を行う基板を配置するための基板ステージ4とを有している。さらに、基板ステージ4に所定の高周波電力を印加するステージ用高周波電源41が備えられている。

【0012】まず、真空容器1は、成膜室101と、成膜室101の下側に位置した少し大きな空間の真空排気室102を構成している。そして、成膜室101を構成する部分と真空排気室102を構成する部分とが分離可能に構成されている。これは、真空容器1内の部材のメンテナンス等のためである。また、成膜室101の部分の真空容器1の器壁には不図示のゲートバルブが設けられ、真空排気室102の部分の器壁には、排気系11がつながる排気管13が設けられている。排気系11は、粗引きポンプ111と、粗引きポンプ111の前段に配

設された主ポンプ112と、これらのポンプ111, 112によって排気する排気経路上に配設された主バルブ113及び可変コンダクタンスバルブ114とから主に構成されている。

【0013】上記真空容器1は、上側にベルジャー12を有している。真空容器1の上部器壁には中央に円形の開口が設けられ、ベルジャー12はこの開口に気密に接続されている。ベルジャー12は、直径200mm程度の半球状の形状を有するものであり、石英ガラス等の誘電体で形成されている。真空容器1は、上部の壁の中央に円形の開口を有し、この開口に気密に接続することで

ベルジャー12が配設されている。

【0014】ガス導入機構2は、図6に示す例では、二つのガス導入系21, 22から構成されており、二種の異なるガスを同時に導入できるようになっている。各々のガス導入系21, 22は、不図示のガスポンベに接続された配管211, 221と、配管211, 221の終端に接続されたガス導入体212, 222とから主に構成されている。

【0015】図2は、上記ガス導入体212, 222の構成を説明する図である。図2に示すように、ガス導入体212, 222は、断面円形の円環状のパイプから構成されている。このガス導入体212, 222は、真空容器1に設けられた支持棒23によって支持され、真空容器1の内面に沿う形で水平に配設されている。尚、真空容器1は、円筒形の場合もあるし、角筒形の場合もある。また、真空容器1の壁を気密に貫通する状態で輸送管24が設けられており、この輸送管24の一端はガス導入体212, 222に接続されている。ガス導入体212, 222の他端は図1の配管211, 221に接続されている。そして、ガス導入体212, 222は、図2に示すように、その内側面にガス吹き出し口25を有している。このガス吹き出し口25は、直径0.5mm程度の開口であり、10mm程度の間隔を置いて周上に設けられている。

【0016】一方、図1に戻り、電力供給機構3は、ベルジャー12の周囲を取り囲んで配設された高周波コイル31と、この高周波コイル31に整合器32を介して高周波電力を供給する高周波電源33とから主に構成されている。高周波電源33には、例えば13.56MHzの高周波電力を発生させるものが採用され、高周波コイル31からベルジャー12内にこの高周波電力が供給される。

【0017】また、真空容器1内のベルジャー12の下方位置には、基板ステージ4が設けられている。この基板ステージ4は、処理を行う基板40を表面に配置させるものであり、金属よりなるステージ本体401と、このステージ本体401の上面に配設された吸着用誘電体ブロック402とから主に構成されている。基板ステージ4は、静電吸着によって基板40を表面に吸着する機

構が採用されており、吸着用誘電体ブロック402内には、吸着電極403が埋め込まれている。そして、吸着電極403に所定の電位を与える吸着用電源405が設けられており、これによって誘電体ブロックの表面に静電気を生じさせて基板を吸着するようになっている。

【0018】また、基板ステージ4の側面を覆うようにしてシールド板405が設けられており、シールド板405と基板ステージ4の間には絶縁ブロック406が配置されている。このシールド板405は、基板ステージ4の側方にプラズマが回り込んで高周波放電が形成されるのを防止するためのものであり、所定の金属から形成されて接地されている。前述の通り、基板ステージ4には、所定の高周波電力を印加するステージ用高周波電源41が備えられている。このステージ用高周波電源41は、処理時にはプラズマと高周波との相互作用によって基板40に所定の基板バイアス電圧を印加するように動作し、プラズマクリーニングの際には後述するように基板ステージ4の表面近傍にプラズマを形成するように動作する。

【0019】上記構成に係るプラズマ気相成長装置は、まず、真空容器1に設けられた不図示のゲートバルブを通して基板40を真空容器1内に搬入し、基板ステージ4上に配置する。ゲートバルブを閉じて排気系11を作動させ、真空容器1内を例えば5mTorr程度まで排気する。次に、ガス導入機構2を動作させ、所定のガスを所定の流量で真空容器1内に導入する。この際、ガスは、配管211, 221から輸送管24を経由してガス導入体212, 222に供給され、ガス導入体212, 222のガス吹き出し口25から内側に吹き出すようにして真空容器1内に導入される。導入されたガスは真空容器1内を拡散してベルジャー12内に達する。

【0020】この状態で電力供給機構3を作動させて、高周波電源33から整合器32を介して高周波コイル31に13.56MHz 2000W程度の高周波電力を印加する。同時に、ステージ用高周波電源41も動作し、基板40に所定のバイアス電圧がそれぞれ印加される。このバイアス電圧は、ステージ用高周波電源41が与える高周波とプラズマとの相互作用により生ずるバイアス電圧である。電力供給機構3が供給した高周波電力は、高周波コイル31を介してベルジャー12内に導入され、ベルジャー12内に存在するガスにエネルギーを与えてプラズマを生成する。生成されたプラズマは、ベルジャー12から下方の基板40に向けて拡散する。プラズマ中では、所定の生成物が生じ、この生成物が基板40に到達することにより所定の薄膜が作成される。この際、ステージ用高周波電源41によって生じたバイアス電圧により、プラズマ中のイオンが加速されて基板4に衝突し、この衝突のエネルギーによって成膜が効果的に行われる。

【0021】例えば酸化珪素薄膜を作成する場合、第一



7

のガス導入系21によってモノシランガスを導入し、第二のガス導入系22によって酸素ガスを導入する。モノシラン/酸素のプラズマによってモノシランが分解し、酸素と反応することによって酸化珪素薄膜が作成される。尚、図1の装置では、成膜室の圧力が100mTorr以下の領域にて、 $10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 以上の高密度プラズマが生成できるようになっており、この高密度プラズマによって高い成膜速度で薄膜作成できるようになっている。

【0022】さて、上記薄膜作成処理を繰り返していくと、真空容器1の内面や基板ステージ4の非配置領域等に薄膜が堆積してくる。相当程度回数繰り返したら、薄膜の除去が必要だと判断して、次のようなプラズマクリーニングを行う。即ち、処理が終了した基板を搬出して不図示のゲートバルブを閉め、排気系を11動作させて一旦真空容器1内を排気した後、ゲートバルブを通して配置領域保護体400を真空容器内に搬入する。この配置領域保護体400を基板40と同様に基板ステージ4に配置する。即ち、基板40が配置されることによって覆われる配置領域を基板40と同様に覆うようにして、配置領域保護体400を配置する。

【0023】次に排気系11を再び動作させ、0.1Torr程度まで真空容器1内を排気する。次に、ガス導入機構2を動作させて、四弗化炭素ガスを400SCCM、酸素ガスを100SCCMの流量で真空容器1内に導入する。四弗化炭素ガスを導入する構成としては、薄膜作成に使用するモノシランガスの配管221又はプラズマ形成用ガスとしての酸素ガスの配管211に接続させてフロン14ガスの配管26を設け、各々のバルブの開閉によって切り替えて導入する構成等が採用できる。

【0024】そして、排気系に設けられた可変コンダクタンスバルブ114を制御して真空容器1内の圧力を2Torr程度に保ち、この状態で電力供給機構3及びステージ用高周波電源41を動作させる。これによって、真空容器1内にプラズマが形成されるが、上記基板40の処理の際と異なるのが、ステージ用高周波電源41によって基板ステージ4の表面付近にも補助的にプラズマが形成されることである。即ち、ステージ用高周波電源41が印加した高周波電力は、基板ステージ4の吸着用誘電体ブロック402及び配置領域保護体400を通して基板ステージ4の表面近傍の空間に導入され、当該空間に存在するガスをプラズマ化する。一方、電力供給機構3は、基板40の処理の際と同様に、基板ステージ4から相当程度離れた位置で高密度プラズマを形成する。

【0025】このような二つの場所でプラズマが形成されるため、真空容器1内の広い空間で効率よくプラズマが形成される。この結果、真空容器1の内面や基板ステージ4の非配置領域の堆積膜が効率よくエッチングされ、プラズマクリーニングに要する時間を短縮させることができる。例えば、ステージ用高周波電源41が与え

8

る高周波電力が13.56Hz1000W程度で、この電力を配置領域保護体400の表面の面積で割った電力密度が $0.5 \text{ W/cm}^2$ 程度の条件とするとともに、電力供給機構3が与える高周波電力を13.56MHz100W程度にし、上記条件でガスを導入した場合には、従来60分程度要しているプラズマクリーニングが10分程度で終了した。

【0026】次に、本実施例のプラズマクリーニング法に使用される配置領域保護体400について説明する。配置領域保護体400は、上述の通り、プラズマクリーニングの際に基板40に代えて基板ステージ4に配置されるものである。但し、材質が誘電体に限定されることから、「ダミー基板」と呼ぶのは適切でない。

【0027】配置領域保護体400の材質が誘電体に限定されることは、上記説明から明かであるが、ステージ用高周波電源41が与える高周波を基板ステージ4の表面近傍の空間に効率よく伝えるためである。ここで、前述の通り、基板ステージ4のステージ本体401の上面には吸着用誘電体ブロック402が設けられているため、配置領域保護体400を配置しない場合でも、基板ステージ4の表面の部材は誘電体である。従って、基板ステージ4の表面近傍の空間への高周波の導入は可能である。

【0028】しかしながら、配置領域保護体400を配置しないで上記プラズマクリーニングを行った場合には、吸着用誘電体ブロック402の表面が激しくエッチングされる。というのは、基板ステージ4の表面のうち、配置領域即ち基板40の処理の際に基板40によって覆われる領域の表面には、基板40の処理中に薄膜が堆積しないので、上記プラズマクリーニングの際にはエッチング性のガスに直接晒されることにより、激しくエッチングされることになるからである。このような吸着用誘電体ブロック402の表面がエッチングされると、エッチングが均一に進行しないことによって表面に凹凸ができ、この結果、静電吸着作用が不均一になる問題がある。またひどい場合には、吸着電極403の上側の部分がすべてエッチングされることによって吸着電極403が露出してしまい、静電吸着が不可能になる場合もある。

【0029】尚、基板ステージ4の表面のうちの非配置領域では、処理中に薄膜が堆積しており、プラズマクリーニング中がこの薄膜をエッチングするので、下側の基板ステージ4の表面がエッチングされることはない。また、薄膜を完全に除去した後のクリーニング動作が続くことによってこの部分がエッチングされる場合もありうるが、配置領域ほど多くエッチングされることはないし、またエッチングされたとしても、元々基板40を配置する部分ではないので、基板40の静電吸着が困難になるというような問題は発生しない。

【0030】本実施例では、このような点を考慮し、配

置領域保護体400を基板40に代えて基板ステージ4に配置し、基板ステージ4の配置領域の保護を図っている。この配置領域保護体400は、処理時に薄膜が堆積しない部分のみを完全に覆い、薄膜が堆積する部分は覆わないような形状であることが望ましい。即ち、薄膜が堆積しない部分の一部に覆わない部分があると、その部分で上記基板ステージ4のエッチングが生じてしまうと、薄膜が堆積した部分について一部覆わない部分があると、その部分の薄膜に対してエッチング性のガスを遮断してしまい、その部分の薄膜が除去されずに残留してしまうからである。

【0031】本実施例では、このような点を考慮し、配置領域保護体400を誘電体からなる板状の部材で形成し、その表面の寸法形状を、処理する基板40の表面の寸法形状又は基板ステージ4の表面のうちの配置領域の寸法形状に適合したものとしている。尚、配置領域の寸法形状は基板40の表面の寸法形状と同じである場合が多いが、基板40の受け渡しのための空間が存在する等の場合に両者は異なる場合がある。また、上記説明から分かる通り、上記配置領域保護体400自体は、プラズマクリーニングの最中にエッチングされてしまう。従って、基板40の処理の際に異物とならない材料を放出するような材質であることが好ましく、基板40が珪素系半導体からなる場合には、前述の石英ガラスが好適に使用される。

【0032】また、配置領域保護体400は、基板40を搬送するのと同じ搬送機構によって真空容器1内に搬入搬出されるように構成することが、装置や動作の簡略化の点から好ましい。この場合、基板40の重量より著しく重いものは、搬送機構の許容度を越える場合が多い。この点から、配置領域保護体400の重量は、基板40の重量の10倍以下であることが好ましい。さらに、配置領域保護体400を導入する際には、基板40と同様にゲートバルブ等の開口を通過して搬送されることが好ましいが、あまり厚さが厚くなると開口を通過させることができなくなる。この場合には、真空容器1内を大気圧に戻した上で真空容器1を分割し、その上で基板ステージ4に配置するといった厄介な動作が必要になってしまう。この点から、配置領域保護体400の厚さは、基板40の厚さの3倍以下であることが好ましい。尚、前述した石英ガラスよりなる配置領域保護体400の寸法形状の一例を挙げると、厚さが1.5mm程度で、表面の寸法形状が6インチウエハの寸法形状に等しいものが例えば使用される。

【0033】次に、上記実施例のプラズマクリーニング方法を実施する際の圧力について説明する。図3は、本実施例のプラズマクリーニング方法を実施する際の圧力について調べた実験の結果を示す図であり、真空容器1内の圧力と真空容器1内面における酸化珪素膜のエッチング速度の関係を示したグラフである。図3の縦軸はエ

ッチング速度、横軸は成膜室13内部の圧力を示している。

【0034】図3の実験の条件としては、フロン14ガス流量を400SCCM、酸素ガス流量を100SCCMとし、プラズマ生成室に供給する高周波電力を2000W、基板40に印加する高周波電力を0.5W/cm<sup>2</sup>とした。尚、可変コンダクタンスバルブ114の開度を調整すると共に、主ポンプ112であるターボ分子ポンプの回転数を調整して真空排気することで、真空容器1内の圧力を0.1Torrから5Torrまで変化させた。

【0035】図3に示す通り、真空容器1内の圧力が0.1から0.5Torrの領域では、エッチング速度は50nm/分程度であるが、0.5Torrを越える辺りから増加する傾向があり、約2Torr付近で400nm/分の最大値をとり、更に圧力が高い領域ではやや減少する傾向がある。また、圧力が5Torrを越える領域では、プラズマ放電が不安定となり、プラズマが生成できなくなる場合もあった。以上の結果から、エッチング速度が高くてプラズマクリーニングに適した圧力領域は、0.5から5Torrと判断される。

【0036】上記プラズマクリーニング方法が実施される装置として、ヘリコン波プラズマを形成する装置を選定することも可能である。図4は、この種の装置の概略を示したものである。ヘリコン波プラズマは、強い磁場を加えるとプラズマ振動数より低い周波数の電磁波が減衰せずにプラズマ中を伝搬することを利用するものであり、高密度プラズマを低圧で生成できる技術として最近注目されているものである。プラズマ中の電磁波の伝搬方向と磁場の方向とが平行のとき、電磁波はある定まった方向の円偏光となり螺旋状に進行する。このことからヘリコン波プラズマと呼ばれている。

【0037】ヘリコン波プラズマを形成する図4の装置では、図1又は図4の高周波コイル21に代えて、ループ状のアンテナ24が配設されている。アンテナ24は、一本の丸棒状又は帯板状の部材を曲げて上下二段のループ状の形状にしたものである。また、ベルジャー12の周囲に磁場形成機構25を設置している。磁場形成機構25は、内側コイル25aと外側コイル25bからなる二重コイルであり、各コイル25a、25bはベルジャー12と同軸上の位置に配設される。内側コイル25aと外側コイル25bは、互いに逆向きの磁場が形成されるように、コイルの巻き方向と通電方向が調整される。磁場形成機構25を二重コイルの構造とすることで、所望の磁場を作り易いという利点を有する。磁場形成機構25を単一コイルで構成することもできる。尚、磁場形成機構25が発生させる磁場は、ベルジャー12内部で生成されたプラズマを効率よく成膜室101内部に輸送するので、成膜室101内におけるプラズマの高密度化を促進することができる。その結果、真空容器1

の内面や基板ステージ4の表面に対する上記プラズマクリーニングをさらに効率化させるという効果もある。

【0038】本願発明のプラズマクリーニング方法は、上記プラズマ気相成長装置だけではなく、プラズマを用いて基板をドライエッチングする装置等のその他の真空処理装置に対しても有効である。また、エッチング作用のあるガス、フロン14ガス(CF<sub>4</sub>)を用いた例について説明を行ってきたが、フロン116ガス(C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>)、6弗化硫黄ガス(SF<sub>6</sub>)を用いたり、酸素ガスにアルゴンガスを混合したガス等についても効果が同様であることは明かである。尚、アルゴンガスを使用すると、プラズマ中で生成されるアルゴンイオンはスパッタ率が高いので、高効率のスパッタを行いながらプラズマクリーニングを行うことができる。さらに、配置領域保護体400を形成する材料としては、酸化珪素、石英ガラス等以外には、酸化アルミニウム、サファイア等が挙げられる。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本願の請求項1又は5記載の発明によれば、真空容器内の基板ステージの表面などに堆積した薄膜を除去するプラズマクリーニングが短時間に完了でき、装置の稼働率の向上等に寄与できる。また、請求項2記載の発明によれば、上記請求項1の効果に加え、エッチング速度のより高い圧力領域でクリーニングが行われるので、さらに短時間にプラズマクリーニングを完了できる。また、請求項3記載の発明によれば、上記請求項1又は2の効果に加え、基板の処理にプラズマが利用できるので、プラズマ気相成長処理やドライエッチング処理が可能となる。と同時に、プラズマクリーニングの際に基板処理用の電力供給機構が動作するので、さらに高密度のプラズマが形成され、プラズマクリーニングをさらに短時間に完了させることができる。また、請求項4記載の発明によれば、上記請求項3の効果に加え、電力供給機構は、100mTorr以

下の圧力にて少なくとも $10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 以上の密度を有する高密度プラズマを形成することが可能なので、さらにプラズマクリーニングを短時間化させることができる。また、請求項6記載の発明によれば、上記請求項5の効果に加え、基板が珪素系半導体からなる場合に好適な構成となる。さらに、請求項7又は8の発明によれば、上記請求項5又は6の効果に加え、基板の搬入搬出の機構や動作が既存のもので構成できるので、コスト的に優れているという効果を有する。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本願発明の実施例のプラズマクリーニング方法が実施される真空処理装置の概略図である。

【図2】図1のガス導入体212、222の構成を説明する図である。

【図3】本実施例のプラズマクリーニング方法を実施する際の圧力について調べた実験の結果を示す図である。

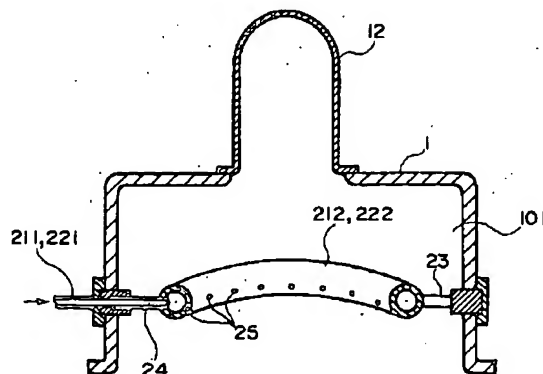
【図4】本実施例のプラズマクリーニング方法が実施される他の装置の概略構成を示した図である。

【図5】従来の真空処理装置の一例としてのプラズマ気相成長装置の概略構成を示す図である。

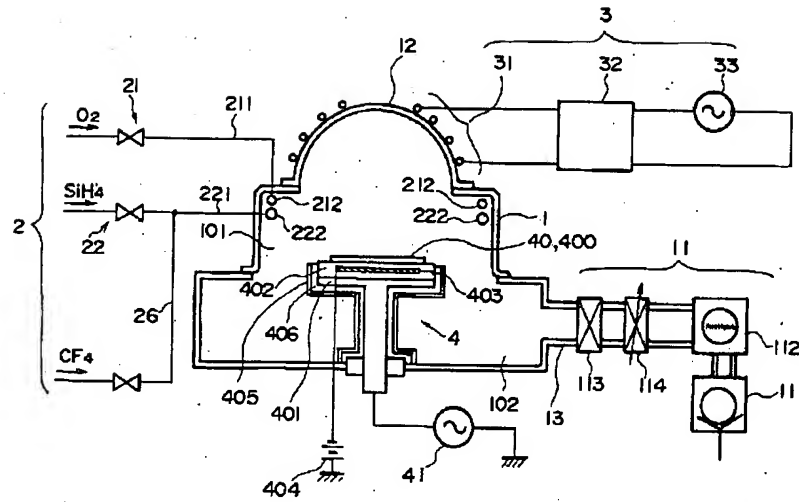
【符号の説明】

- 1 真空容器
- 101 成膜室
- 11 排気系
- 12 ベルジャー
- 2 ガス導入機構
- 3 電力供給機構
- 4 基板ステージ
- 40 基板
- 400 配置領域保護体
- 401 ステージ本体
- 402 吸着用誘電体ブロック
- 403 吸着電極
- 41 ステージ用高周波電源

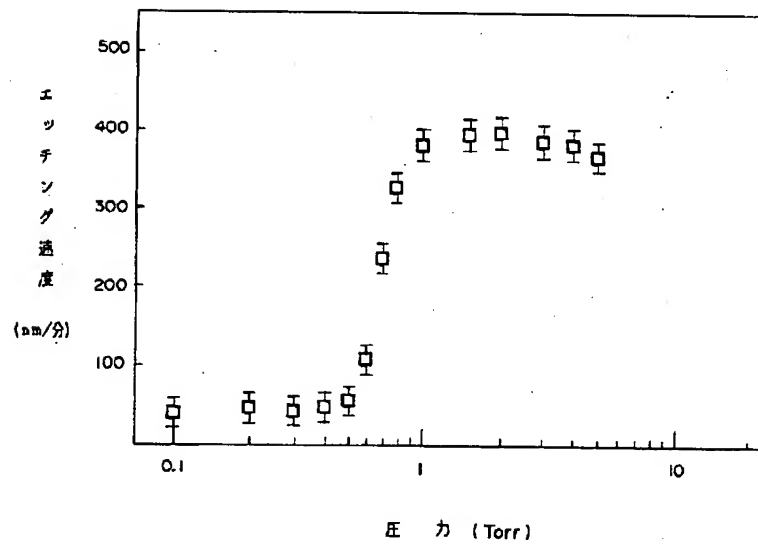
【図2】



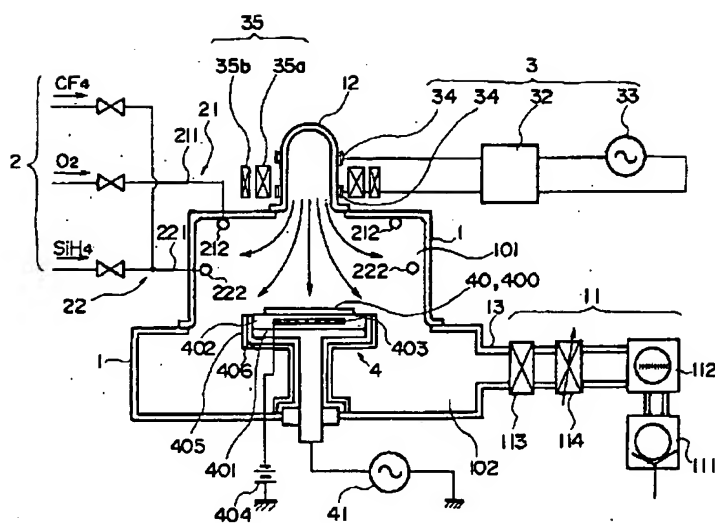
【図1】



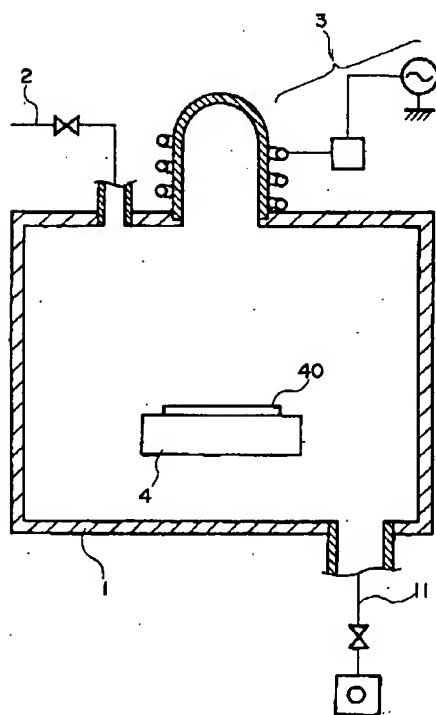
【図3】



【図4】



【図5】



## 【手続補正書】

【提出日】平成7年9月20日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

## 【補正内容】

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 排気系を備えた真空容器と、真空容器内に所定のガスを導入するガス導入機構と、真空容器内の所定の位置に基板を配置するための基板ステージと、基

板ステージに所定の高周波電力を印加するステージ用高周波電源とを備えた真空処理装置において、処理する基板の表面の寸法形状又は基板ステージの表面のうちの基板配置のための領域の寸法形状に適合した寸法形状の表面を有する誘電体からなる板状の配置領域保護体を前記基板ステージの表面のうちの基板配置のための領域に配置してこの領域を覆い、エッチング作用のあるガスを前記ガス導入機構によって真空容器内に導入するとともにステージ用高周波電源によって所定の高周波電力を基板ステージに印加し、印加された高周波電力によって基板ステージの表面の近傍にプラズマを形成し、このプラズマによって生じる前記ガスのエッチング作用を利用して基板ステージの表面堆積膜又は真空容器の内面堆積膜を除去することを特徴とするプラズマクリーニング方法。

【請求項2】 前記導入されたエッチング作用のあるガスの圧力を、0.5 Torr から5 Torr の範囲とすることを特徴とする請求項1記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項3】 前記真空処理装置は、真空容器内に所定の電力を導入して基板の処理のためのプラズマを形成する電力供給機構を備えており、前記ステージ用高周波電源とともにこの電力供給機構を動作させて行うことを特徴とする請求項1又は2記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項4】 前記電力供給機構は、100 mTorr 以下の圧力にて少なくとも $10^{10}$  cm<sup>-3</sup>以上の密度を有する高密度プラズマを形成することが可能なものであることを特徴とする請求項3記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項5】 請求項1、2、3又は4記載のプラズマクリーニング方法に使用される配置領域保護体。

【請求項6】 石英ガラスから形成されていることを特徴とする請求項6記載の配置領域保護体。

【請求項7】 処理する基板の重量に対して10倍以下の重量であることを特徴とする請求項5又は6記載の配置領域保護体。

【請求項8】 処理する基板の厚さに対して3倍以下の厚さであることを特徴とする請求項5又は6記載の配置領域保護体。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】図5の装置では、不図示のゲートバルブを通して基板40を真空容器1内に搬入して基板ステージ4上に配置する。排気系11によって真空容器1内を排気した後、ガス導入機構2によって所定のガスを導入する。次に、電力供給機構3によって高周波電力等のエネルギーを真空容器1内のガスに印加し、プラズマを形成

する。そして、プラズマによって生ずる気相反応により基板40の表面に所定の薄膜が作成される。例えば、ガス導入機構2によってシランガスと酸素ガスを導入すれば、プラズマによって分解反応等を生じ、酸化珪素の薄膜が基板40の表面に作成される。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】このような堆積膜の剥がれを抑制するために、剥離する前に堆積膜をエッチングして除去してしまうプラズマクリーニングの手法が一般的に用いられている。この方法では、フロン14ガス(CF<sub>4</sub>):酸素ガス=80:20程度の混合ガスをガス導入機構2によって真空容器1内に導入し、フロン14ガスおよび酸素ガスによるプラズマを生成させ、プラズマの作用により堆積膜をエッチングして除去する。即ち、プラズマ中では遊離CF<sub>x</sub>(x=1, 2, 3)、CF<sub>x</sub>イオン(x=1, 2, 3)、遊離弗素又は弗素イオンが生成され、これらの弗素系活性種又はイオンが堆積膜と反応して揮発物を生成し、この揮発物が排気系11によって排出されることで堆積膜が除去される。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

【実施例】以下、本願発明の実施例を説明する。図1は、本願発明の実施例のプラズマクリーニング方法が実施される真空処理装置の概略図であり、一例として図5と同様にプラズマ気相成長装置の概略構成が示されている。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】図1に示すプラズマ気相成長装置は、図5の装置と同様、排気系11を備えた真空容器1と、真空容器1内に所定のガスを導入するガス導入機構2と、導入されたガスにエネルギーを与えてプラズマを形成するための電力供給機構3と、薄膜作成を行う基板40を配置するための基板ステージ4とを有している。さらに、基板ステージ4に所定の高周波電力を印加するステージ用高周波電源41が備えられている。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0017】また、真空容器1内のベルジャー12の下方位には、基板ステージ4が設けられている。この基板ステージ4は、処理を行う基板40を表面に配置させるものであり、金属よりなるステージ本体401と、このステージ本体401の上面に配設された吸着用誘電体ブロック402とから主に構成されている。基板ステージ4は、静電吸着によって基板40を表面に吸着する機構が採用されており、吸着用誘電体ブロック402内には、吸着電極403が埋め込まれている。そして、吸着電極403に所定の電位を与える吸着用電源404が設けられており、これによって誘電体ブロックの表面に静電気を生じさせて基板を吸着するようになっている。

## 【手続補正7】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0022

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0022】さて、上記薄膜作成処理を繰り返していくと、真空容器1の内面や基板ステージ4の非配置領域等に薄膜が堆積してくる。相当程度の回数繰り返したら、薄膜の除去が必要だと判断して、次のようなプラズマクリーニングを行う。即ち、処理が終了した基板を搬出して不図示のゲートバルブを閉め、排気系11を動作させて一旦真空容器1内を排気した後、ゲートバルブを通して配置領域保護体400を真空容器内に搬入する。この配置領域保護体400を基板40と同様に基板ステージ4に配置する。即ち、基板40が配置されることによって覆われる配置領域を基板40と同様に覆うようにして、配置領域保護体400を配置する。

## 【手続補正8】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0034

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0034】図3の実験の条件としては、フロン14ガス流量を400SCCM、酸素ガス流量を100SCCMとし、ベルジャー12に供給する高周波電力を2000W、基板40に印加する高周波電力を0.5W/cm<sup>2</sup>とした。尚、可変コンダクタンスバルブ114の開度を調整すると共に、主ポンプ112であるターボ分子ポンプの回転数を調整して真空排気することで、真空容器1内の圧力を0.1Torrから5Torrまで変化させた。

## 【手続補正9】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0037

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0037】ヘリコン波プラズマを形成する図4の装置では、図1又は図4の高周波コイル21に代えて、ループ状のアンテナ34が配設されている。アンテナ34は、一本の丸棒状又は帯板状の部材を曲げて上下二段のループ状の形状にしたものである。また、ベルジャー12の周囲に磁場形成機構35を設置している。磁場形成機構35は、内側コイル35aと外側コイル35bからなる二重コイルであり、各コイル35a、35bはベルジャー12と同軸上の位置に配設される。内側コイル35aと外側コイル35bは、互いに逆向きの磁場が形成されるように、コイルの巻き方向と通電方向が調整される。磁場形成機構35を二重コイルの構造とすることで、所望の磁場を作り易いという利点を有する。磁場形成機構35を単一コイルで構成することもできる。尚、磁場形成機構35が発生させる磁場は、ベルジャー12内部で生成されたプラズマを効率よく成膜室101内部に輸送するので、成膜室101内におけるプラズマの高密度化を促進することができる。その結果、真空容器1の内面や基板ステージ4の表面に対する上記プラズマクリーニングをさらに効率化させるという効果もある。

## 【手続補正10】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0038

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0038】本願発明のプラズマクリーニング方法は、上記プラズマ気相成長装置だけではなく、プラズマを用いて基板をドライエッチングする装置等のその他の真空処理装置に対しても有効である。また、エッチング作用のあるガス、フロン14ガス(CF<sub>4</sub>)を用いた例について説明を行ってきたが、フロン116ガス(C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>)、6弗化硫黄ガス(SF<sub>6</sub>)を用いたり、酸素ガスにアルゴンガスを混合したガス等についても効果が同様であることは明かである。尚、アルゴンガスを使用すると、プラズマ中で生成されるアルゴンイオンはスパッタ率が高いので、高効率のスパッタを行いながらプラズマクリーニングを行うことができる。さらに、配置領域保護体400を形成する材料としては、酸化珪素、石英ガラス等以外には、酸化アルミニウム、サファイア等が挙げられる。

